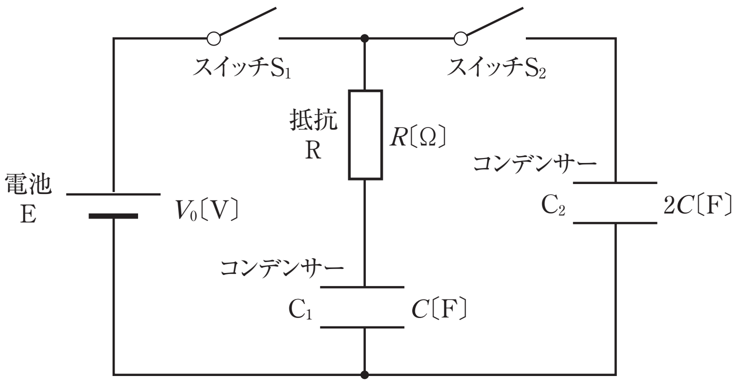
第36講　コンデンサー2

1

図に示すように，電池E（起電力は V_0 [V]），抵抗R（電気抵抗は R [Ω]），2個のコンデンサー C_1，C_2（容量はそれぞれ C [F]，$2C$ [F]）および2個のスイッチ S_1，S_2 からなる回路がある。初め，スイッチ S_1，S_2 は開かれており，コンデンサー C_1，C_2 に電荷がなかったものとする。電池の内部抵抗は無視できるものとする。以下の文章中の空欄にあてはまる数値または数式を解答欄に記入せよ。数式は，V_0，R，C の中から必要な文字を用いて表せ。



問1　最初，スイッチ S_2 を開いたままスイッチ S_1 を閉じたときについて，以下の設問に答えよ。

(1)　スイッチ S_1 を閉じた直後に抵抗Rを流れる電流の強さ I_1 は［①］[A] である。また，このときのコンデンサー C_1 の極板間の電位差 V_1 は［②］[V] である。

(2)　スイッチ S_1 を閉じて十分時間が経過した後，抵抗Rを流れる電流の強さ I_2 は［③］[A] である。また，このときのコンデンサー C_1 の極板間の電位差 V_2 は［④］[V]，蓄えられた電気量 Q は［⑤］[C]，静電エネルギー U は［⑥］[J] と表される。

(3)　スイッチ S_1 を閉じた直後から十分時間が経過するまでに，電池Eは一定の電圧で電荷を移動させるので，この間に電池がした仕事 W_1 は［⑦］[J] と表される。この間に，抵抗Rで消費されたエネルギー W_2 は［⑧］[J] と表される。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　問1の操作を行ってから十分時間が経過した後，スイッチS_1を開き，さらにスイッチS_2を閉じた。以下の設問に答えよ。

⑷　スイッチS_2を閉じた直後に抵抗Rを流れる電流の強さI_3は ⑨ [A]である。

⑸　スイッチS_2を閉じて十分時間が経過した後，コンデンサーC_1に蓄えられている電気量Q_1は ⑩ [C]と表される。また，コンデンサーC_1に蓄えられている静電エネルギーU_1は ⑪ [J]と表される。

⑹　スイッチS_2を閉じた直後から十分時間が経過するまでに，抵抗Rで消費されたエネルギーW_3は ⑫ [J]である。

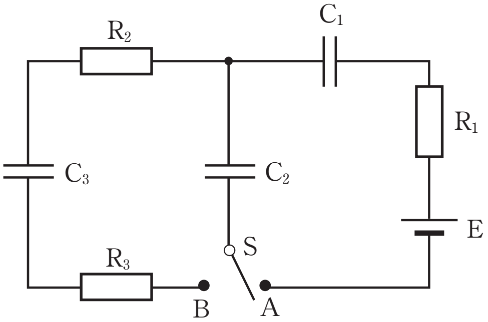
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

　図のように内部抵抗の無視できる起電力 12.0V の電池 E，容量がそれぞれ 1.0μF，2.0μF，3.0μF のコンデンサー C_1，C_2，C_3，抵抗値がそれぞれ 10.0 Ω，20.0 Ω，40.0 Ω の抵抗 R_1，R_2，R_3，および切りかえスイッチ S よりなる電気回路がある。最初，スイッチ S は A，B どちらの端子にもつながっておらず，またどのコンデンサーにも電荷は蓄えられていなかったものとして，[1]〜[9]に入る最も適切な数値を選びなさい。解答はそれぞれにつき解答群より 1 つ選びなさい。



(1)　スイッチ S を A 側につないで十分に時間が経過したとき，コンデンサー C_1 に蓄えられている電気量は[1]$\times 10^{-6}$ C であり，コンデンサー C_2 の極板間の電圧は[2]V である。

[1]，[2]の解答群

① 1.0　② 2.0　③ 3.0　④ 4.0　⑤ 5.0
⑥ 6.0　⑦ 7.0　⑧ 8.0　⑨ 9.0

(2)　次にスイッチを B 側につないで十分に時間が経過したとき，コンデンサー C_2 の極板間電圧は[3]V であり，コンデンサー C_3 に蓄えられている電気量は[4]$\times 10^{-6}$ C である。

(3)　このとき，コンデンサー C_2 と C_3 に蓄えられている静電エネルギーの合計は[5]$\times 10^{-6}$ J であり，従ってスイッチを B につないでから十分に時間がたつまでに失われた静電エネルギーは[6]$\times 10^{-6}$ J である。これがすべて抵抗で失われたとすると，抵抗 R_2 で発生した熱量は[7]$\times 10^{-6}$ J である。

(4)　次に再びスイッチ S を A 側につないで十分に時間が経過したとき，コンデンサー C_1 に蓄えられている電気量は[8]$\times 10^{-6}$ C であり，コンデンサー C_2 に蓄えられている電気量は[9]$\times 10^{-6}$ C である。

[3]〜[9]の解答群

① 0.8　② 1.6　③ 3.2　④ 4.8　⑤ 6.4
⑥ 8.0　⑦ 9.6　⑧ 11.2　⑨ 12.8

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

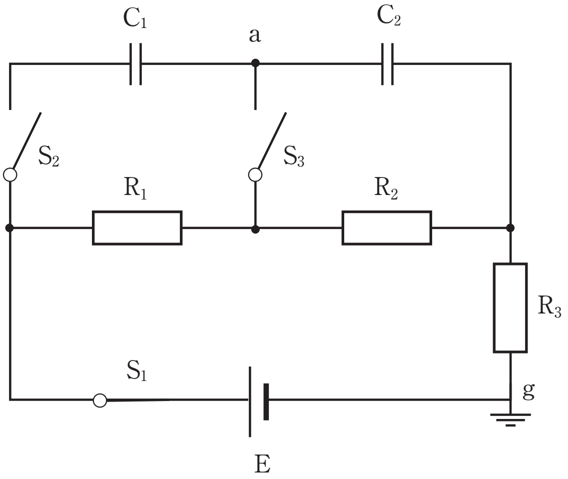
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　確認テスト

次の文章を読み，下の問に答えなさい。

図のように，起電力Eの電池E，抵抗値がR，$2R$，Rの抵抗R_1，R_2，R_3，電気容量が$2C$，CのコンデンサーC_1，C_2，およびスイッチS_1，S_2，S_3からなる回路がある。R_1，R_2，R_3以外の電気抵抗はいずれも無視できるものとする。図中のg点は接地してあり，この点の電位を0とする。

はじめ，図のように，スイッチS_1だけが閉じられていて，コンデンサーC_1，C_2には電荷は蓄えられていないものとする。



問1　はじめの状態で抵抗R_1が消費している電力P_1，R_2が消費している電力P_2の比$\dfrac{P_1}{P_2}$はいくらか。正しいものを，次の①～⑥から一つ選びなさい。$\dfrac{P_1}{P_2}=$ 1

①　$\dfrac{1}{4}$　②　$\dfrac{1}{3}$　③　$\dfrac{1}{2}$　④　1

⑤　2　⑥　3

次に，スイッチS_1を閉じたままで，スイッチS_3を閉じた。

問2　十分に時間が経過したとき，コンデンサーC_2に蓄えられる電気量はいくらか。正しいものを，次の①～⑥から一つ選びなさい。 2

①　$\dfrac{CE}{4}$　②　$\dfrac{CE}{3}$　③　$\dfrac{CE}{2}$　④　$\dfrac{2}{3}CE$

⑤　$\dfrac{3}{4}CE$　⑥　CE

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

さらに，スイッチ S_1 を閉じたままで，スイッチ S_3 を開いた後，スイッチ S_2 を閉じた。

問3　十分に時間が経過したとき，コンデンサー C_2 に蓄えられる電気量はいくらか。正しいものを，次の①～⑥から一つ選びなさい。 3

① $\dfrac{CE}{6}$　② $\dfrac{CE}{3}$　③ $\dfrac{CE}{2}$　④ $\dfrac{2}{3}CE$

⑤ CE　⑥ $\dfrac{7}{6}CE$

問4　十分に時間が経過したとき，図のa点の電位はいくらか。正しいものを，次の①～⑧から一つ選びなさい。 4

① $\dfrac{E}{6}$　② $\dfrac{E}{3}$　③ $\dfrac{E}{2}$　④ $\dfrac{2}{3}E$

⑤ $\dfrac{3}{4}E$　⑥ $\dfrac{5}{6}E$　⑦ $\dfrac{11}{12}E$　⑧ E

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 36 講　解答

1

問１

① $\dfrac{V_0}{R}$　② 0　③ 0　④ V_0　⑤ CV_0

⑥ $\dfrac{1}{2}CV_0^2$　⑦ CV_0^2　⑧ $\dfrac{1}{2}CV_0^2$

問２

⑨ $\dfrac{V_0}{R}$　⑩ $\dfrac{1}{3}CV_0$　⑪ $\dfrac{1}{18}CV_0^2$　⑫ $\dfrac{1}{3}CV_0^2$

2

1 ⑧　2 ④　3 ②　4 ④　5 ⑤

6 ⑦　7 ③　8 ⑦　9 ④

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　確認テスト

【解答】

1　③　　2　③　　3　④　　4　⑦

【解説】

問1

ともに $\dfrac{E}{4R}$ の電流が流れるので，電力の比は

$$\frac{P_1}{P_2}=\frac{\left(\dfrac{E}{4R}\right)^2\cdot R}{\left(\dfrac{E}{4R}\right)^2\cdot 2R}=\mathbf{\frac{1}{2}}\ {}_{-1}$$

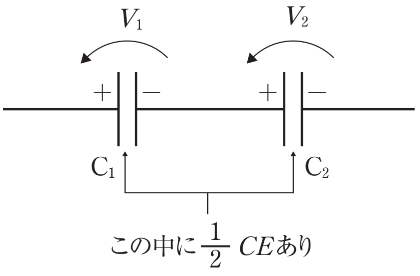
問2

C_2 にかかる電圧は，R_2 にかかる電圧と等しいので，$\dfrac{E}{4R}\times 2R=\dfrac{E}{2}$ となる。よって，C_2 に蓄えられる電荷は，

$$C\times\frac{E}{2}=\boldsymbol{\frac{1}{2}CE}\ {}_{-2}$$

問3

図のように電位差 V_1，V_2 をとる。



$$\begin{cases}\text{電位差の関係：} V_1+V_2=\dfrac{3}{4}E\\ \text{電荷保存則：}(-2CV_1)+CV_2=\dfrac{1}{2}CE\end{cases}$$

2式より，

$$V_1=\frac{1}{12}E,\quad V_2=\frac{2}{3}E$$

よって，C_2 に蓄えられる電荷は

$$C\times\frac{2E}{3}=\boldsymbol{\frac{2}{3}CE}\ {}_{-3}$$

問4

a の電位は，C_2 の電位差と R_3 の電位差を考慮して

$$\frac{2}{3}E+\frac{1}{4}E=\boldsymbol{\frac{11}{12}E}\ {}_{-4}$$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。